

DE19846587

Publication Title:

Superinsulation support system

Abstract:

In a super-insulation support system disposed in an annular space between concentric inner and outer corrugated tubes, a number of axially spaced rings is provided, which are interconnected by axially extending rods mounted in circumferentially spaced relationship alternately to the inside and the outside of the axially spaced rings thereby forming a cylindrical frame structure, which is disposed adjacent the inner corrugated tube and super-insulation is disposed on the cylindrical frame structure and supported thereby at a distance from the corrugated inner tube

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 198 46 587 C 1

⑮ Int. Cl. 7:
F 16 L 59/12

⑯ Aktenzeichen: 198 46 587.4-44
⑯ Anmeldetag: 9. 10. 1998
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 16. 3. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 76133
Karlsruhe, DE

⑯ Erfinder:
Neumann, Holger, Dr., 76149 Karlsruhe, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-AS 19 36 609
DE-OS 24 60 249
S. Yamada et al., Superconducting Current Feeder System for the Large Helical Device, MT-14
Tampere
Finland, Jun. 11-16, 1995, B 72;

⑯ Stützsystem für Superisolat

⑯ Die Erfindung betrifft ein Stützsystem für Superisolat im Ringspalt zwischen flexiblen Wellrohren.
Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stützsystem mit hohem Wärmewiderstand für flexible Leitungen bereitzustellen.
Gelöst wird diese Aufgabe durch ein zylinderförmiges Gerüst, bestehend aus Stäben, die auf dem Umfang verteilt, abwechselnd innen und außen an Ringen befestigt sind, wobei das Gerüst zwischen Superisolat und innerem Wellrohr angeordnet ist.

DE 198 46 587 C 1

DE 198 46 587 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stützsystem für Superisolations im Ringspalt zwischen flexiblen Wellrohren.

Derartige flexible Wellrohre werden als Transferleitungen für Kältemittel wie z. B. flüssiges Helium oder flüssiger Stickstoff eingesetzt. Ein weiteres großes Anwendungsgebiet sind Supraleiterkabel, die mit Helium, oder Hochtemperatursupraleiter, die z. B. mit Stickstoff gekühlt werden und in einem flexiblen Wellrohr eingezogen werden.

Für die Isolierung wird das zu isolierende Wellrohr mit Superisolation umwickelt, welche sich in einem evakuierten Ringspalt zwischen zwei Wellrohren befindet. Um eine möglichst gute Isolierung zu erzielen, sollte eine Berührung zwischen äußerem Wellrohr und Superisolation durch Abstandshalter vermieden werden. Aus S. Yamada, T. Mito, H. Chikaraishi, S. Tanahashi, S. Kitagawa, J. Yamamoto und O. Motojima: "Superconducting Current Feeder System for the Large Helical Device"; presented at MT-14, Tampere Finland, Jun. 11-16, 1995, B72 ist ein Supraleiter mit einem Abstandhalter bekannt, bestehend aus vier ineinander verflochtenen Kunststoffschläuchen, der um die Superisolation gewickelt wird, um das innere Wellrohr im äußeren zuzentrieren und einen Kontakt zwischen Superisolation und äußerem Wellrohr zu vermeiden. Ein wesentlicher Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß der thermische Widerstand der Superisolation erheblich durch die Aufnahme der radialen Druckbelastung über den Abstandhalter vermindert wird. Bei starren Leitungen wird die Superisolation nach relativ großen Abständen für Abstützungen zwischen innerem und äußerem Rohr unterbrochen. Die Qualität der Superisolation wird somit nicht durch radiale Belastung beeinträchtigt und die relativ große Wärmeübertragung an den Stützstellen wird durch die großen Abstände der Stützstellen in Bezug auf den übertragenen Wärmestrom pro Längeneinheit gering gehalten. Aufgrund von möglichen Krümmungen ist man bei flexiblen Leitungen auf entsprechend kürzere Abstände der Abstützungen in Abhängigkeit vom Mindestbiegeradius der Leitung angewiesen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stützsystem mit hohem Wärmewiderstand für flexible Leitungen bereitzustellen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Die Erfindung erzielt für flexible Leitungen eine Trennung von Isolation und Stützsystem in so kurzen Abständen, wie es für die Zentrierung des Wellrohres bei Einhaltung des Mindestbiegeradius nötig ist, wobei der Wärmeleitungsanteil durch das Stützsystem durch eine geringe Anzahl wärmeleitungsrelevanter Kontaktstellen, kleine Kontakt- und Querschnittsflächen und relativ große Längen zwischen den Abstützpunkten am inneren und äußeren Wellrohr klein gehalten wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt die Fig. 1 eine isometrische Darstellung des Isolationsaufbaus mit dem Stützsystem zwischen zwei Wellrohren mit Stufenschnitten, die Fig. 2 eine Querschnittszeichnung des Isolationsaufbaus mit dem Stützsystem und die Fig. 3 einen Längsschnitt des Isolationsaufbaus mit dem Stützsystem zur Verdeutlichung der Abstützungen zwischen den Wellrohren durch das Stützsystem.

Die Erfindung besteht im wesentlichen aus Stäben 1, die, auf den Umfang verteilt, abwechselnd innen und außen an Ringen 2 befestigt werden. Hierdurch entsteht ein zylinderförmiges Gerüst. Drei dieser zylinderförmigen Gerüste werden konzentrisch zwischen dem inneren und äußeren Wellrohr 5, 4 angeordnet, wobei die beiden inneren Gerüste zwis-

schen den jeweiligen Abstützstellen mit Superisolation 3 umwickelt sind. Zur Abstützung dieser Gerüste sind jeweils einige der außen auf den Umfang der Ringe 2 verteilten Stäbe 1 des jeweils inneren Gerüsts mit einigen der innen auf den Umfang der Ringe 2 verteilten Stäben 1 des nächsten äußeren Gerüsts verbunden. Die Verbindungsstellen zwischen den konzentrisch angeordneten zylinderförmigen Gerüsten sollten gleichmäßig auf den Umfang verteilt sein. Die Verbindung zwischen dem inneren und dem mittleren 10 Gerüst sollte in Leitungsrichtung versetzt zu der Verbindung zwischen den mittleren und dem äußersten Gerüst sein. Die Abstände zwischen den Abstützungen richten sich im wesentlichen nach dem minimal einzuhaltenden Biegeradius der Gesamtanordnung und der radial auftretenden Belastung. 15 Das Stützsystem wird isometrisch in der Fig. 1 dargestellt. Von links nach rechts sind die einzelnen konzentrischen Schichten, wie sie aufeinander folgen dargestellt. Links sieht man das innere Wellrohr 5. Diesem folgt nach außen eine Schicht von Stäben 1, die alternierend innen und 20 außen an Ringen 2 befestigt sind, wodurch ein zylinderförmiges Gerüst gebildet wird. Auf diesem Gerüst liegt eine erste Schicht Superisolation 3. Dann folgt ein zweites zylinderförmiges Gerüst, eine weitere Schicht Superisolation 6, ein drittes zylinderförmiges Gerüst und darauf das äußere 25 Wellrohr 4. Alle drei Gerüste sind ähnlich aufgebaut. Sie werden durch hier nicht dargestellte Verbindungslemente gegeneinander auf konzentrischem Abstand gehalten.

Die Fig. 2 zeigt einen Querschnitt (senkrecht zur Symmetriechse) durch ein Stützsystem wie es in der Fig. 1 dargestellt ist. Die Stäbe 1 sind dabei Punkte die alternierend innerhalb und außerhalb der Ringe 2 liegen.

Die Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch ein Stützsystem, wie es in der Fig. 1 dargestellt ist. Die Symmetriechse ist gestrichelt rechts dargestellt. Dabei wurden zwei Schnitte (senkrecht zur Linie A A und senkrecht zur Linie B B in Fig. 2) übereinander gelegt, so daß die über und die unter den Ringen 2 (hier Punkte) liegenden Stäbe 1 der Übersichtlichkeit halber in einer Figur dargestellt werden können. Durch die Verbindungslemente 7 werden die Gerüste 40 gegeneinander auf konzentrischem Abstand gehalten.

Durch das innere Gerüst, welches das innere Wellrohr 5 berührt, wird ein Abstand zur ersten Superisolationsfolie 3 geschaffen, wodurch folgende Vorteile hinsichtlich der Isolationsqualität erreicht werden.

Der Wärmeübergang durch eine Superisolationschicht 3 setzt sich aus den Anteilen Wärmestrahlung, Restgaswärmeleitung und Festkörperwärmeleitung z. B. durch Spacermaterialien zwischen den einzelnen Superisolationsfolien einer Superisolationschicht 3, 6 zusammen. Aufgrund der Nichtlinearität des Strahlungswärmeüberganges steigt die jeweilige Temperaturdifferenz zwischen zwei benachbarten Superisolationsfolien mit sinkendem Temperaturniveau an. Bei idealer Verlegung tritt somit die größte Temperaturdifferenz zwischen isolierender kalter Wand und erster angrenzender Superisolationsfolie 3 auf. Dies bedeutet, daß der Wärmeübergang infolge Strahlung mit sinkendem Temperaturniveau abnimmt, während der Wärmeübergang infolge der Wärmeleitungseinflüsse zunimmt. Dies bedeutet, daß gerade im Bereich der größten Temperaturdifferenz, 55 also im Bereich zwischen zu isolierender kalter Wand und erster angrenzender Superisolationsfolie der thermische Widerstand durch Wärmeleitungseinflüsse besonders hoch sein sollte. Bei direkter Umwicklung der zu isolierenden kalten Wand mit Superisolation 3 ist aber gerade hier dieser thermische Wärmeleitungswiderstand am niedrigsten, da hier die mechanische Belastung am größten und die Evakuierungsbedingungen am schlechtesten sind. Die Erfindung erhöht hier den thermischen Widerstand für den Wärmeüber-

gang infolge von Wärmeleitungseinflüssen, indem einerseits durch den speziellen Aufbau des zylinderförmigen Gerüstes die Anzahl der wärmeleitungsrelevanten Kontaktstellen auf die Berührungspunkte zwischen den Stäben 1 und den Ringen 2 begrenzt wird und andererseits die Evakuierungsbedingungen am zu isolierenden kalten Wellrohr 5 verbessert werden. Bei direkter Umwicklung der zu isolierenden kalten Wand mit Superisolierung 3 entstehen durch die Abdeckung mit Superisolierung 3 zwischen den Wellen des Wellrohres praktisch geschlossene Zellen, die nur schwer evakuierbar sind. Die Erfindung schafft hier einen Abstand zwischen Wellrohr und erster angrenzender Superisolationsfolie, so daß derartige geschlossene Zellen durch den speziellen Aufbau des zylinderförmigen Gerüstes vermieden werden. Durch die Erfindung werden somit verbesserte Evakuierungsbedingungen direkt an der kalten Wand geschaffen, indem entlang der Stäbe 1 ein freier Strömungsraum für das Restgas geschaffen wird.

Durch den Abstand zwischen zu isolierender kalter Wand und erster angrenzender Superisolationsfolie bei gleichzeitiger Minimierung wärmeleitungsrelevanter Kontaktstellen kommt man für diese erste Folie dem Ideal einer schwimmenden Folie.

Die Aufteilung der Superisolationslagen in zwei Schichten bietet den Vorteil, daß hierbei die optimale Lagenzahl hinsichtlich der Lagendichte, also der Lagenzahl pro Einheit der Isolationsdicke, für die beiden Schichten eingehalten werden kann, während eine einfache Umwicklung mit der gleichen Gesamtfolienanzahl erfahrungsgemäß zu einer erhöhten Lagendichte und damit zu einer höheren effektiven Wärmeleitfähigkeit durch die Isolationsschicht führen würde. Durch das mittlere zylinderförmige Gerüst werden weiterhin die Evakuierungsbedingungen zwischen den beiden Superisolationschichten 3, 6 verbessert.

Die Versetzung der Abstützung zwischen dem inneren und mittleren und zwischen dem mittleren und äußeren zylinderförmigen Gerüst bietet den Vorteil, daß auch bei diesen Trennstellen zwischen Isolation und Stützsystem immer eine ganze Superisolationssschicht 3, 6 zur Geltung kommt.

40

gende Einheit bildet und der Länge nach flexibel bei gleichzeitig hoher radialer Stabilität ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Stützsystem für Superisolierung im Ringspalt zwischen flexiblen Wellrohren bestehend aus einem zylinderförmigen Gerüst, bestehend aus Stäben (1), die auf dem Umfang verteilt, abwechselnd innen und außen an Ringen (2) befestigt sind, wobei das Gerüst zwischen Superisolierung (3) und innerem Wellrohr (5) angeordnet ist.
2. Stützsystem für Superisolierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein weiteres zylinderförmiges Gerüst, bestehend aus Stäben (1), die auf dem Umfang verteilt, abwechselnd innen und außen an Ringen (2) befestigt sind, welches zwischen Superisolierung (3) und äußerem Wellrohr (4) angeordnet ist.
3. Stützsystem für Superisolierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch mindestens ein weiteres zylinderförmiges Gerüst, bestehend aus Stäben (1), die auf dem Umfang verteilt, abwechselnd innen und außen an Ringen (2) befestigt sind, welches zwischen einer weiteren Superisolierung (6) und dem äußeren Wellrohr (4) angeordnet ist.
4. Stützsystem für Superisolierung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zylinderförmigen Gerüste durch Verbindungselemente (7) gegeneinander auf konzentrischem Abstand gehalten werden, so daß die Superisolationssschichten vor radialem Belastung geschützt werden, das Stützsystem eine selbststra-

45

55

60

65

- Leerseite -

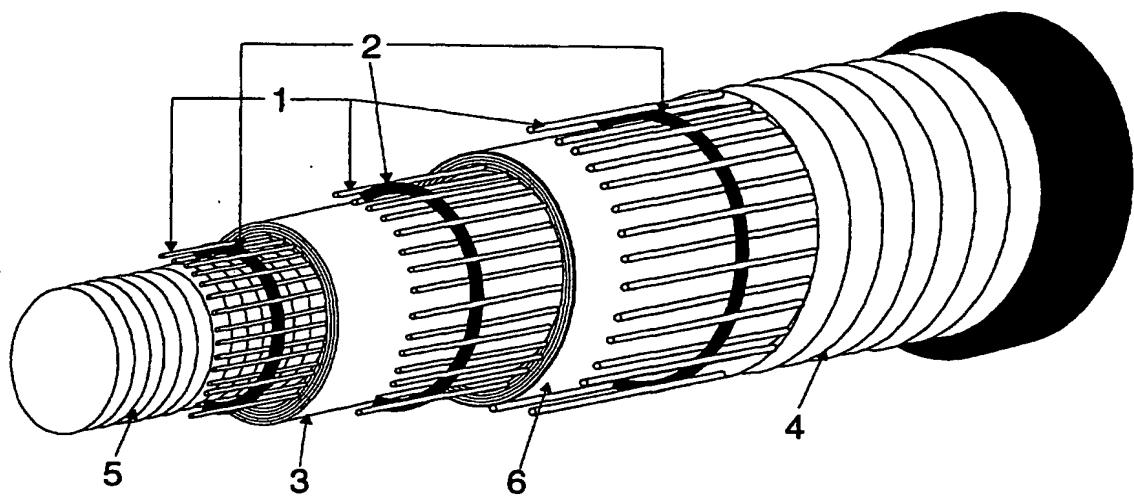


Fig. 1

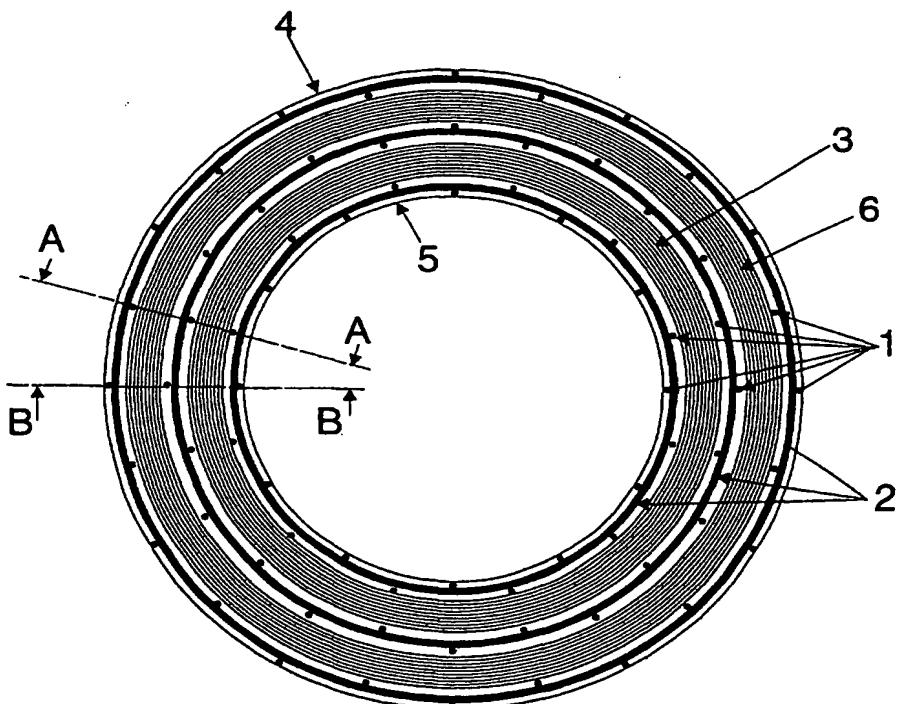


Fig. 2

Fig. 3